

#2
16/09/02

jc997 U.S. PRO
10/029874
12/31/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the application of:

Shinya KANO

U.S. Serial No.: NEW

Filed: December 31, 2000 (herewith)

For: THREE-DIMENSIONAL CAD SYSTEM

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Honorable Commissioner
of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

December 31, 2001

Dear Sir:

The benefit of the filing date of the following foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

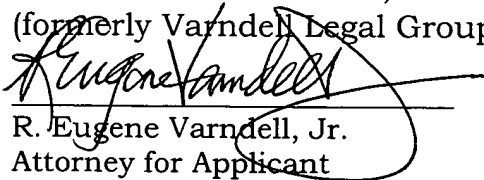
Japanese Patent Application No. 2001-012231, filed January 19, 2001.

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. § 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

In the event any fees are required, please charge our Deposit Account No. 22-0256.

Respectfully submitted,
VARNDELL & VARNDELL, PLLC
(formerly Varnden Legal Group)


R. Eugene Varndell, Jr.
Attorney for Applicant
Registration No. 29,728

Atty. Docket No. VX012398
106-A South Columbus Street
Alexandria, VA 22314
(703) 683-9730

\\V:\VDOCS\W_DOCS\DEC01\PO52-152-2398 CTP.DOC

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

jc997 U.S. PTO
10/029874
12/31/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-012231

出 願 人

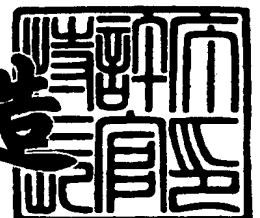
Applicant(s):

株式会社小松製作所

2001年12月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3108315

【書類名】 特許願

【整理番号】 9000029

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/50
G06T 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 - 1 - 1 株式会社 小松製作所
生産技術開発センタ内

【氏名】 加納 伸也

【特許出願人】

【識別番号】 000001236

【氏名又は名称】 株式会社 小松製作所

【代理人】

【識別番号】 100071054

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 高久

【代理人】

【識別番号】 100106068

【弁理士】

【氏名又は名称】 小幡 義之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006460

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元CADシステム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 各構成部品毎に部品の形状を示す形状データが割り当てられるとともに、各構成部品同士間に参照関係を示す参照データが割り当てられ、これら形状データと参照データとに基づいて、既に積み重ねられた部品に、つぎに積み重ねられるべき部品を順次積み重ねることにより3次元モデルを、画面上に再生し、この画面上の3次元モデルに対して部品を削除または修正する処理を行い、この部品が削除または修正された3次元モデルを再生し、当該3次元モデルが途中の部品までしか再生されなかった場合に、この再生不能の原因を探索するようにした3次元CADシステムにおいて、

部品が削除または修正される直前の3次元モデルを記憶し、

この記憶した直前3次元モデルを、途中の部品までしか再生されなかった再生不能3次元モデルとともに、同一画面に表示し、

両3次元モデルの形状および参照データの差分をとることにより、再生不能となった部品に欠落している形状および参照データを抽出し、抽出した形状および参照データを、再生不能の原因を示す情報に変換して画面上に表示させること

を特徴とする3次元CADシステム。

【請求項2】 再生不能となった部品を、画面上の再生不能3次元モデルの該当部位に表示させること

を特徴とする請求項1記載の3次元CADシステム。

【請求項3】 前記部品が削除または修正された3次元モデルを再生するための修正案を、画面上に表示させること

を特徴とする請求項1記載の3次元CADシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は3次元CAD (Computer Aided Design) システムに関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

建設機械などのメーカでは、3次元CADを用いて設計が行われる。ここに3次元CADシステムの種類にはパラメトリック機能を有したものがある。

【0003】

パラメトリック機能とは、3次元モデルの各構成部品に識別IDを割り当て、既に積み重ねられた部品を他の部品が参照することにより部品を積み重ねて3次元モデルを構築していく機能のことである。たとえば図1に示すギヤケースの3次元モデル30を例にとると、形状番号（識別ID）13で特定される「突起部」という部品には、「形状番号（識別ID）12で特定される「ボス部」の中心から距離dだけ離れたところに突起を形成する」というコマンド（突起）やパラメータ（識別ID12、d）が対応づけられている。つまり形状番号（識別ID）13で特定される「突起部」という部品は、形状番号（識別ID）12で特定される「ボス部」という部品を参照する関係にある。部品同士間の参照関係を示すデータ（「形状番号（識別ID）12で特定される「ボス部」の中心から距離dだけ離れたところに突起を形成する」）のことを本明細書では参照データという。また各構成部品毎に部品の形状を示す形状データが割り当てられている。たとえば突起部13には、突起部13の形状を画面上に生成するために、そのワイヤフレームの稜線と頂点の座標位置データが、形状データとして割り当てられている。

【0004】

3次元モデルは、これら形状データと参照データとに基づいて、既に積み重ねられた部品に、つぎに積み重ねられるべき部品を順次積み重ねていくことにより、画面上に再生される。パラメトリック機能を有した3次元CADシステムでは、識別IDに対応づけられたコマンドを識別IDの番号順に実行することにより、3次元モデルの形状が再生される。

【0005】

メーカの設計部門で設計変更を行う場合には、まず画面上に設計変更対象の3次元モデルのデータを読み出し表示させる。そして、この3次元モデルに対して部品を削除または修正する処理を行い、この部品が削除または修正された3次元

モデルを再生させる。

【 0 0 0 6 】

しかしながら 3 次元モデルが途中の部品までしか再生されず、再生不能となることがある。

【 0 0 0 7 】

たとえば図 2 に示すように 3 次元モデル 3 0 を構成する部品のうち、ボス部 1 2 を削除するコマンドを入力したとしても、再生処理が途中で中断され、図 3 に示すように、途中の部品までしか再生されない 3 次元モデル 5 0 (再生不能 3 次元モデル 5 0) が画面上に表示されることがある。図 3 の画面 4 0 上のウィンドウ画面 4 1 には、再生不能 3 次元モデル 5 0 のモデルツリーが表示される。ここでモデルツリーとは、3 次元モデルを再生するための各コマンド (「突起」、「ラウンド」など) をツリー状に示したものである。各コマンドを順次実行することにより 3 次元モデルが再生される。

【 0 0 0 8 】

そこで作業者としては、再生不能 3 次元モデル 5 0 のモデルツリーから、再生不能の原因を探索し、再生可能となるように 3 次元モデルを作成し直すことを強いられる。

【 0 0 0 9 】

しかしモデルツリーから再生不能の原因を探索する作業は、熟練を要し、たとえば 3 次元 CAD のソフトウェアに精通していたとしても短時間に原因を探索することはできない。

【 0 0 1 0 】

このため再生不能の原因を究明して 3 次元モデルを作成し直す作業に多大な時間を要し、作業効率が損なわれることになっていた。

【 0 0 1 1 】

そこで、再生不能の原因となった部品の形状を画面上に表示させる技術が、「新 CAD の基礎知識」(日経 CG 編著、日経 BP 社)の第 1 6 0 頁～1 6 1 頁に記載されている。

【 0 0 1 2 】

この文献には、再生不能 3 次元モデルと、部品が削除される直前の 3 次元モデル（直前 3 次元モデル）とを同一画面上に表示し、再生不能となった部品を、直前 3 次元モデル上に、他の部分と識別できる所定の表示色（緑色）で表示するようにしている。

【 0 0 1 3 】

作業者は、この所定の表示色で表示された部品と、再生不能 3 次元モデルとを比較することにより再生不能の原因の究明を行うことができる。

【 0 0 1 4 】

しかし再生不能の原因となった部品の形状が表示されるとはいえ、その部品が何故再生不可能になったかを究明するには、3 次元 CAD のソフトウェアに精通していなければ困難である。

【 0 0 1 5 】

本発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、再生不能の原因を画面上に提示することによって、熟練者でなくとも 3 次元モデルを作成し直す作業を短時間で終了させるようにし、作業効率を向上させることを解決課題とするものである。

【 0 0 1 6 】

なお一般的技術水準を示す文献として特開平 9 - 2 8 2 3 5 1 号公報、特開平 1 0 - 2 6 9 2 5 9 号公報に記載されたものがある。

【 0 0 1 7 】

特開平 9 - 2 8 2 3 5 1 号公報には、3 次元 CAD においてコマンドのミスがあった場合に、コマンドのミスの原因を、過去の操作履歴から予測するという発明が記載されている。

【 0 0 1 8 】

また特開平 1 0 - 2 6 9 2 5 9 号公報には、複数の CAD ソフトウェアで作成されたイメージデータを重ね合わせ、相違部分を表示することによって、複数の CAD ソフトウェア間でイメージデータの受け渡しを行う際に生じた情報欠落や変質を捕らえるという発明が記載されている。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段および作用、効果】

そこで第 1 発明は、

各構成部品毎に部品の形状を示す形状データが割り当てられるとともに、各構成部品同士間に参照関係を示す参照データが割り当てられ、これら形状データと参照データとに基づいて、既に積み重ねられた部品に、つぎに積み重ねられるべき部品を順次積み重ねることにより 3 次元モデルを、画面上に再生し、この画面上の 3 次元モデルに対して部品を削除または修正する処理を行い、この部品が削除または修正された 3 次元モデルを再生し、当該 3 次元モデルが途中の部品までしか再生されなかった場合に、この再生不能の原因を探索するようにした 3 次元 CAD システムにおいて、

部品が削除または修正される直前の 3 次元モデルを記憶し、

この記憶した直前 3 次元モデルを、途中の部品までしか再生されなかった再生不能 3 次元モデルとともに、同一画面に表示し、

両 3 次元モデルの形状および参照データの差分をとることにより、再生不能となった部品に欠落している形状および参照データを抽出し、抽出した形状および参照データを、再生不能の原因を示す情報に変換して画面上に表示させることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

第 1 発明によれば、図 1 0 に示すように、再生不能となった 3 次元モデル 5 0 がウィンドウ 4 3 に表示されるとともに、部品が削除または修正する直前の 3 次元モデル 3 0 がウィンドウ 4 2 に表示される。

【 0 0 2 1 】

さらに直前 3 次元モデル 3 0 の構成部品のうち再生不能となった部品 1 3 の形状データ及び参照データと、再生不能 3 次元モデル 3 0 のデータ中の該当部品 1 3 の形状データおよび参照データとの差分がとられる。すると再生不能となった部品 1 3 に欠落している形状データおよび参照データが抽出される。抽出された形状データおよび参照データは、再生不能の原因を示す文字情報 4 5 a としてウィンドウ 4 5 に表示される。

【 0 0 2 2 】

このように本発明によれば再生不能となった部品に欠落している参照データおよび形状データを、再生不能の原因を示す情報に変換して画面に表示するため、オペレータは再生不能原因を容易に特定することができる。このため再生不能となった３次元モデルの修復作業が速やかに行われるようになる。したがって再生不能となった３次元モデルの修復作業の効率が向上する。

【 0 0 2 3 】

また第２発明は、第１発明において

再生不能となった部品を、画面上の再生不能３次元モデルの該当部位に表示させること

を特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また第３発明は、第１発明において

前記部品が削除または修正された３次元モデルを再生するための修正案を、画面上に表示させること

を特徴とする。

【 0 0 2 5 】

第２、３発明によれば、再生不能となった３次元モデルの修復作業の効率がさらに向上する。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して３次元ＣＡＤシステムの実施形態を説明する。

【 0 0 2 7 】

本実施形態では図１に示すようにギアケースの３次元モデル３０を３次元ＣＡＤシステムで構築する場合を想定する。なお本実施形態の３次元ＣＡＤシステムはパラメトリック機能を有するものである。

【 0 0 2 8 】

図１～図１２はパーソナルコンピュータの表示画面４０の内容を示している。

【 0 0 2 9 】

図１３～図１６は実施形態の処理の概略的な手順を示すフローチャートであり

、 3 次元モデルの部品を削除または修正する作業が終了するまでの作業の流れを示している。

【 0 0 3 0 】

以下これら図を併せ参照して説明する。

【 0 0 3 1 】

図 1 は削除または修正前のギアケースの 3 次元モデル 3 0 を斜視的に示している。 3 次元モデル 3 0 は各構成部品に識別 I D 1 ～ 1 4 番が割り当てられ、既に積み重ねられた部品を他の部品が参照することにより部品を積み重ねていくことで構築されている。 3 次元 C A D システムでは、識別 I D 1 ～ 1 4 番に対応づけられたコマンドを識別 I D の番号 1、 2、 3 … 1 4 の順に実行することにより、 3 次元モデル 3 0 の形状が再生される。なお以下で、各構成部品に付した符号は各構成部品に割り当てられた識別 I D と同一であるものとして説明する。

【 0 0 3 2 】

3 次元モデル 3 0 の突起部 1 3 は、識別 I D 1 番～ 1 2 番のうち 1 以上の部品を参照して位置が定められており、そのうちの 1 つとしてボス部 1 2 を参照している。突起部 1 3 は「ボス部 1 2 の中心から X 軸の正方向に距離 D だけ離れ Y 軸の正方向に距離 d だけ離れたところに形成する」という内容の参照データ（寸法情報）を有している。

【 0 0 3 3 】

図 1 3 で示すように、作業者は 3 次元モデルを削除または修正する作業にあたり、参照ファイルのコピー方法を選択する。ここで 3 次元モデルは、最新のモデルがハードディスクに保存されている場合と、そうでない場合とがある。作業者は各状況に応じて参照ファイルをコピーする方法を選択する（ステップ 1 0 1）。なお参照ファイルとは、 3 次元モデルの部品を削除または修正するコマンドを与える時点で、すでに再生に成功している直前の 3 次元モデルのデータ（各構成部品に割り当てられた形状データ及び参照データ等）を格納したファイルのことをいう。またコピーとは、参照ファイルを 3 次元 C A D システム内のハードディスクに記憶させる処理のことをいう。

【 0 0 3 4 】

すなわち部品を削除または修正するコマンドを実行する時点の3次元モデルのデータを、参照ファイルとしてコピーする方法（ステップ102）か、または部品を削除または修正する時点で既にハードディスクに保存されている最新の3次元モデルのデータを、参照ファイルとしてコピーする方法（ステップ103）の何れかの方法を、作業者は選択する。

【0035】

図14は、図13のステップ102の選択処理が実行され、コマンドを実行する時点の3次元モデルのデータを、参照ファイルとしてコピーする方法が選択された場合の手順を示すフローチャートである。3次元モデルを新規に構築する場合にはハードディスクに3次元モデルのデータが保存されていないため、この処理方法を選択する必要がある。

【0036】

3次元モデルの削除、修正作業では種々のCADコマンドが実行される。これらすべてのコマンドが実行される毎に常に参照ファイルをコピーするようにするか、または各コマンドのうち特定のコマンドが実行されるときのみ参照ファイルをコピーするようにする（個別設定する）かが作業者により選択される（ステップ201）。たとえば、部品の寸法を修正するコマンドが実行されたとしても3次元モデルが再生不能となることはない。このようなコマンド実行時には参照ファイルをコピーして後述する再生不能原因を探索する処理を実行する必要はない。逆に部品を削除するコマンドが実行されたとすると3次元モデルが再生不能となる可能性がある。このような場合には、部品の寸法を修正するコマンドのときには参照ファイルをコピーしないようにし、部品を削除するコマンドのときには参照ファイルをコピーするように、個別のコマンド毎に参照ファイルのコピーの有無が設定される（ステップ201の判断YES、ステップ202）。一方コマンドを個別設定しない場合は、全てのコマンド実行時に参照ファイルがコピーされる（ステップ201の判断NO）。

【0037】

つぎに作業者はCADコマンドをコンピュータにキーボード等の入力手段を介して入力することにより3次元モデルの部品の削除、修正を行う。本実施形態で

は図2に示すように3次元モデル30のうちボス部12を削除するというコマンドを入力した場合を想定する(ステップ203)。この削除コマンドはコンピュータの表示装置の画面40に表示されたコマンドメニューの中から選択することができる。削除コマンドが入力されると、この削除コマンド入力時点つまり削除コマンド実行直前の3次元モデル30のデータが、参照ファイルとしてハードディスクにコピーされる(ステップ204)。

【0038】

つぎに削除コマンド実行に伴い、ボス部12が削除された3次元モデル30の再生が開始される(ステップ205)。3次元モデル30の再生が成功したならば(ステップ206の判断YES)、ハードディスクにコピーされている参照ファイルを削除し(ステップ208)、更に他の部品つまりボス部12以外の部品の削除または修正を行うか否かを判別する(ステップ209)。他の部品の削除または修正を行う場合(ステップ209の判断YES)には、再びCADコマンドが入力され(ステップ203)、同様の処理が繰り返される。他の部品の削除または修正を行わない場合(ステップ209の判断NO)には処理は終了する。

【0039】

一方、3次元モデル30の再生が失敗した場合つまり途中の部品までしか再生されなかった場合には(ステップ206の判断NO)、図3に示すように、画面40にウィンドウ43が開かれ、途中の部品までしか再生されてない3次元モデル50(再生不能3次元モデル50)が表示される。なお図3の画面40上のウィンドウ画面41には、再生不能3次元モデル50のモデルツリーが表示される。ここでモデルツリーとは、3次元モデルを再生するための各コマンド(「突起」、「ラウンド」など)をツリー状に示したものである。

【0040】

本実施形態では突起部13はボス部12を参照する関係にある。ボス部12を削除した場合には、ボス部12を直接参照している突起部13の参照データに欠落が生じる。つまり突起部13が有していた「ボス部12の中心からX軸の正方向に距離Dだけ離れY軸の正方向に距離dだけ離れたところに形成する」という内容の参照データが欠落することにより、突起部13を3次元モデル30上に積

み重ねることができなくなる。突起部 1 3 を積み重ねることができなくなると、突起部 1 3 を直接参照している他の部品を更に積み重ねることができなくなる。このようにして 3 次元モデル 3 0 は再生不能となり途中の部品つまり削除したボス部 1 2 を参照していない部品までしか積み重ねることができなくなる。

【 0 0 4 1 】

そこで手順は図 1 6 に示す処理に移行し、後述するように再生不能の原因を特定し 3 次元モデル 3 0 を修復する処理を行い（ステップ 2 0 7）、修復した 3 次元モデル 3 0 の再生が行われる（ステップ 2 0 5）。

【 0 0 4 2 】

すなわち再生不能原因を特定し（突起部 1 3 は削除したボス部 1 2 から距離 D 、 d だけ離間しているという参照関係にあるため）、参照関係を修復した後（突起部 1 3 がボス部 1 2 以外の他の部品を参照するように参照関係を修復した後）、3 次元モデル 3 0 が再生される。また突起部 1 3 と他の部品との参照関係が修復されたとしても、突起部 1 3 の上に更に積み重ねられる部品（たとえば識別 ID 1 4 番の部品）が、削除されたボス部 1 2 を参照していたとすると、その部品 1 4 が再生不能の原因となり、3 次元モデルの再生処理が途中で中断されることになる。この場合には同様にして再生不能原因を特定し参照関係を修復する必要がある。

【 0 0 4 3 】

図 1 5 は、図 1 3 のステップ 1 0 3 の選択処理が実行され、ハードディスクの最新の 3 次元モデルのデータを、参照ファイルとしてコピーする方法が選択された場合の手順を示すフローチャートである。なお図 1 4 に示した処理と同一処理には同一符号を付し説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

図 1 3 でステップ 1 0 3 の選択処理が実行されるときには、ハードディスクに 3 次元モデル 3 0 のデータが既に保存されている状態になっている。したがって 3 次元モデル 3 0 の部品を削除または修正するコマンドが入力され（ステップ 2 0 3）、部品が削除または修正された 3 次元モデル 3 0 の再生処理が開始され（ステップ 2 0 5）、この結果再生不能となったときには（ステップ 2 0 6 の判断

NO)、ハードディスクに保存されている最新の3次元モデル30のデータが読み出され別のファイル名にされて参照ファイルとしてハードディスクにコピーされる(ステップ301)。そして再生不能原因を特定し3次元モデル30を修復する処理が実行される(ステップ207)。

【0045】

図16は、再生不能の原因を特定し3次元モデル30を修復する処理の手順を示すフローチャートである。

【0046】

上述したように現在、ボス部12(識別ID12番)を削除しているため、3次元モデル30は途中の部品つまり削除したボス部12を参照していない部品(識別ID11番の部品)までしか積み重ねることができなくなっている。

【0047】

そこで3次元CADのシステムでは、識別ID11番の部品までしか再生されていない再生不能3次元モデル50のデータと、識別ID12番の部品を削除するコマンドとに基づいて、再生不能となっている部品は、その次の識別ID13番の部品(突起部13)であると判別し、この識別ID13番のデータを保存する(ステップ401)。

つぎにハードディスクにコピーされている参照ファイルが読み出される。この結果図4に示すように、画面40に、再生不能3次元モデル50を表示したウィンドウ43が開かれたままの状態ウィンドウ42が同時に開かれ、ここにボス部12を削除する直前の3次元モデル30(直前3次元モデル30)が表示される。このようにして再生不能3次元モデル50と直前3次元モデル30とが同一画面40上に表示される(ステップ402)。

【0048】

つぎに読み出された参照ファイルの中から、つまり直前3次元モデル30の中から、ステップ401で取得された識別ID13番と同一の識別IDが割り当てられている部品(突起部13)が検索され(ステップ403)、その部品(突起部13)の参照データ及び形状データが取得され、保存される。形状データは、突起部13の形状を示すワイヤフレーム13a(図5参照)、形状寸法などであ

り、参照データは、参照しているエッジ、面などの部位、部位からの寸法などである（ステップ404）。

【0049】

つぎに図5に示すように、取得された参照データおよび形状データに基づいてウィンドウ42に表示された直前3次元モデル30上で、突起部13のワイヤフレーム13aがハイライトされて表示される。たとえば突起部13のワイヤフレーム13aが他の部分と識別できる色で表示される（ステップ405）。これにより再生不能3次元モデル50で再生不能となっている部品（突起部13）を、直前3次元モデル30上で確認することが可能となる。

【0050】

つぎに再生不能となっている突起部13を見易くするために、ウィンドウ42上の座標原点とCAD上の座標原点を対応させるように原点復帰処理がなされ、図6に示すように、突起部13がウィンドウ42の中心位置に移動される。この結果ウィンドウ42に表示される直前3次元モデル30の姿勢は、ウィンドウ43に表示されている再生不能3次元モデル50と同一の姿勢となる（ステップ406）。

つぎに図7に示すように、突起部13がウィンドウ42上でズームイン（拡大）またはズームアウト（縮小）されて、ウィンドウ42の大きさに対して相対的にその大きさが変化する。図7はズームインされて、ウィンドウ42の大きさに対して相対的に突起部13が大きくなっている場合を示している（ステップ407）。なお突起部13の拡大表示にはワイヤフレーム13aの座標とウィンドウマトリクス、ビューマトリクスの値が用いられる。なお部品を縮小して表示することによりハイライト表示したワイヤフレーム13aが見易くなる場合もある。このような場合には部品を縮小表示してもよい。

【0051】

つぎに図8に示すように、ステップ403で取得した突起部13の参照データおよび形状データのうち、ウィンドウ42上に表示可能なデータが全て表示される。たとえば突起部13のワイヤフレーム13aが赤色に、形状寸法13bが黄色に、参照しているエッジ13cが青色に、参照している面13dが緑色に、そ

れぞれハイライト表示される（ステップ408）。

【0052】

つぎに図9に示すように、ウインドウ43に表示されている再生不能3次元モデル50上の該当する部位つまり突起部13が存在すべき部位に、ワイヤフレーム13aと同一のワイヤフレーム13'aがたとえば赤色で他の部分と識別できるように表示される（ステップ409）。

【0053】

ここで直前3次元モデル30は突起部13を完全に再生しているため、直前3次元モデル30のデータは、突起部13の参照データおよび形状データのすべてを含んでいる。これに対して再生不能3次元モデル50は、ボス部12を削除することによりボス部12を参照している突起部13を再生できなかったため、再生不能3次元モデル50のデータ中には、突起部13の参照データおよび形状データのうちボス部12に関連しないデータ（たとえば「突起部13は部品11に対して高さhに形成する」：これを以下残存データという）は残っているものの、ボス部12に関連するデータ（「突起部13はボス部12の中心からX軸の正方向に距離Dだけ離れY軸の正方向に距離dだけ離れたところに形成する」）は残っていない。図9に示すようにウインドウ43上には、突起部13の参照および形状データのうち、ボス部12に関連しない残存データ13'c、13'd、13'eが表示される。

【0054】

そこで直前3次元モデル30のデータのうち再生不能部品13の形状および参照データと、再生不能3次元モデル50のデータのうち再生不能部品13の残像データとの差分がとられる。これにより再生不能3次元モデル50のデータ中には残存していない情報（以下差分情報という）のみが抽出される。つまり3次元モデル30のボス部12を削除したことにより、突起部13の参照および形状データから、欠落したボス部12との参照関係を示す情報（「突起部13はボス部12の中心からX軸の正方向に距離Dだけ離れY軸の正方向に距離dだけ離れたところに形成する」）のみが差分情報として抽出される。この結果図10に示すように、ウインドウ42に表示された直前3次元モデル30上には、この差分情

報に対応する形状寸法 1 3 b (ボス部 1 2 からの距離 d、D) が、他の部分と識別できる色にてハイライト表示される (ステップ 4 1 0)。

【 0 0 5 5 】

さらに上記差分情報が「寸法情報が欠落しています」、「寸法配置が欠落しています」という文字情報 4 5 a に変換されて、別のウィンドウ画面 4 5 上に表示される。この文字情報 4 5 a によって作業者はいかなるデータ (寸法情報、寸法配置) が欠落しているために識別 I D 1 3 番の部品 (突起部 1 3) が再生不能となったのかを確認することができる。つまり再生不能の原因を確認することができる。

【 0 0 5 6 】

また上記差分情報に基づいて 3 次元モデル 5 0 を修復するための複数のコマンド操作つまり修復案が抽出され、「スケッチ断面の修正」、「形状の削除」といった文字情報 4 5 b にてウィンドウ画面 4 5 上に表示される (ステップ 4 1 1)。

【 0 0 5 7 】

つぎに図 1 1 に示すように、ウィンドウ 4 3 に表示された再生不能 3 次元モデル 5 0 上のワイヤフレーム 1 3' a が、ウィンドウ 4 2 に表示された直前 3 次元モデル 3 0 上のワイヤフレーム 1 3 と同一の向き及び大きさになるように、ウィンドウ 4 3 上で再生不能 3 次元モデル 5 0 がズームインされる (ステップ 4 1 2) 。なおワイヤフレーム 1 3' a の拡大表示は、ウィンドウ 4 2 でのワイヤフレーム 1 3 a の座標位置、向き、ウィンドウマトリクス情報、ビューマトリクス情報をウィンドウ 4 3 上で再現することにより行われる。

【 0 0 5 8 】

つぎに作業者は上述した再生不能原因と修正案にしたがって 3 次元モデル 3 0 の修復を行う。3 次元モデル 3 0 の修復は、通常の部品の削除、修正作業と同様に、3 次元 CAD システムの全操作メニューから適宜操作コマンドを選択することにより行われる。ただし本実施形態では 3 次元モデル 3 0 の修復案が操作コマンドとしてウィンドウ 4 5 上に文字情報 4 5 b として表示されているため、この文字情報 4 5 b をクリック操作する等して直接対応する操作コマンドに移行させ

るようにしてもよい（ステップ413）。

【0059】

この結果、図1に示すように、突起部13の参照データを、たとえば「ボス部12以外の他の部品であるボス部11からX方向に距離E、Y方向に距離eだけ離間している」に修正して、3次元モデル30を修復する。そしてこの修復がなされた3次元モデル30の再生を開始すれば（図14、図15のステップ205）、3次元モデル30は最終の部品15まで積み重ねられ再生が成功する（図14、図15のステップ206の判断YES）。すなわち突起部13が再生され他の部品の参照データおよび形状データにも欠落がなければ、図11に示すようにギアケースの3次元モデル60が画面40に表示される。

【0060】

なお突起部13がボス部11を参照するように3次元モデル30が修復されたとしても、突起部13の上に更に積み重ねられる識別ID14番の部品14が、削除されたボス部12を参照していたとすると、今度はその部品14が再生不能の原因となり、3次元モデルの再生処理が途中で中断されることになる（図14、図15のステップ206の判断NO）。この場合には図16の処理が同様にして実行され、同様にして再生不能原因が特定され、3次元モデル30が再度修復されることになる。

【0061】

以上のように本実施形態によれば、画面40上に直前3次元モデル30と再生不能3次元モデル50を表示し、これら直前3次元モデル30の構成部品のうち再生不能となった部品13の形状データ及び参照データと、再生不能3次元モデル50のデータ中の該当部品13の形状データおよび参照データとの差分をとり、再生不能となった部品13に欠落している形状データおよび参照データを抽出し、この抽出された形状データおよび参照データを、再生不能の原因を示す文字情報45aとしてウィンドウ45に表示するようにしているので、オペレータは再生不能の原因を容易に特定することができる。このため再生不能となった3次元モデル30の修復作業が速やかに行われるようになる。したがって再生不能となった3次元モデル30の修復作業の効率が向上する。

【 0 0 6 2 】

なお以上の実施形態では 3 次元モデル 3 0 に対して部品を削除する作業を行った場合を想定しているが、3 次元モデル 3 0 を構成する部品を修正する場合にも本発明を適用することができる。

【 0 0 6 3 】

図 1 7 を参照して 3 次元モデル 7 0 を構成する部品に対して修正を行うことによって、修正した 3 次元モデル 7 0 が再生不可能となる例を説明する。

【 0 0 6 4 】

図 1 7 は 3 次元モデル 7 0 の断面図を示す。3 次元モデル 7 0 は部品 7 1、7 2、7 3 により構築されているものとする。部品 7 3 は部品 7 2 のエッジ 7 2 a を参照して再生されるものとする。つまり部品 7 3 には「部品 7 2 のエッジ 7 2 a から距離 d だけ離間している」という参照データが割り当てられている。そこで部品 7 2 を修正する作業がなされ、エッジ部分 7 2 a が削除されアール 7 2 b（これを破線にて示す）に修正されたものとする。この修正によって部品 7 3 の形状および参照データのうち「部品 7 2 のエッジ 7 2 a から距離 d だけ離間している」という参照データが欠落することになる。このように部品 7 2 が修正されたため部品 7 2 を参照している部品 7 3 が再生不能となったとしても、上述した本実施形態と同様の処理を行うことにより、再生不能原因を特定し、3 次元モデル 7 0 を修復することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 2】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 3】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 4】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 5】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 6】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 7】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 8】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 9】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 1 0】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 1 1】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 1 2】

実施形態の 3 次元モデルを斜視的に表示した表示画面を示す図である。

【図 1 3】

実施形態の処理の手順を示すフローチャートである。

【図 1 4】

実施形態の処理の手順を示すフローチャートである。

【図 1 5】

実施形態の処理の手順を示すフローチャートである。

【図 1 6】

実施形態の処理の手順を示すフローチャートである。

【図 1 7】

3 次元モデルの断面図である。

【符号の説明】

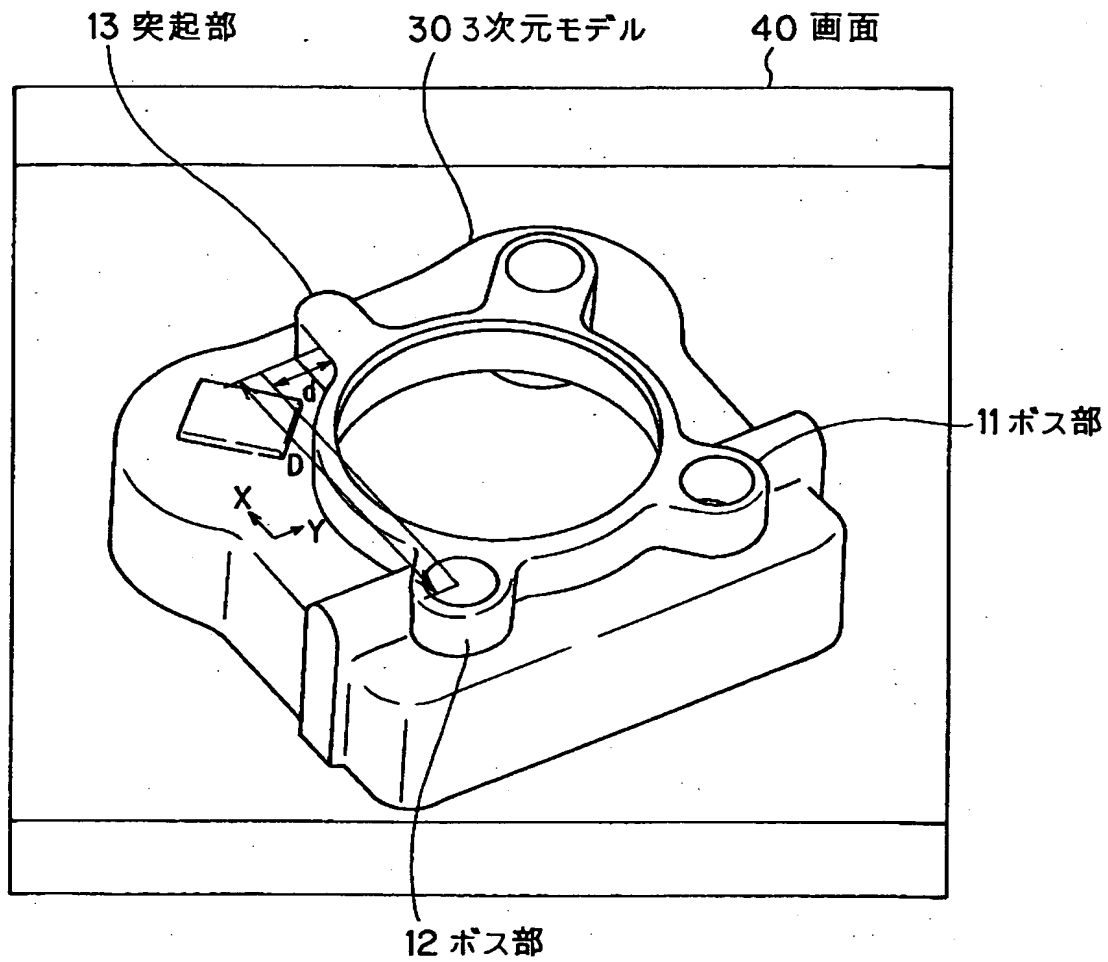
3 0、5 0 3 次元モデル

4 2、4 3、4 5 ウィンドウ

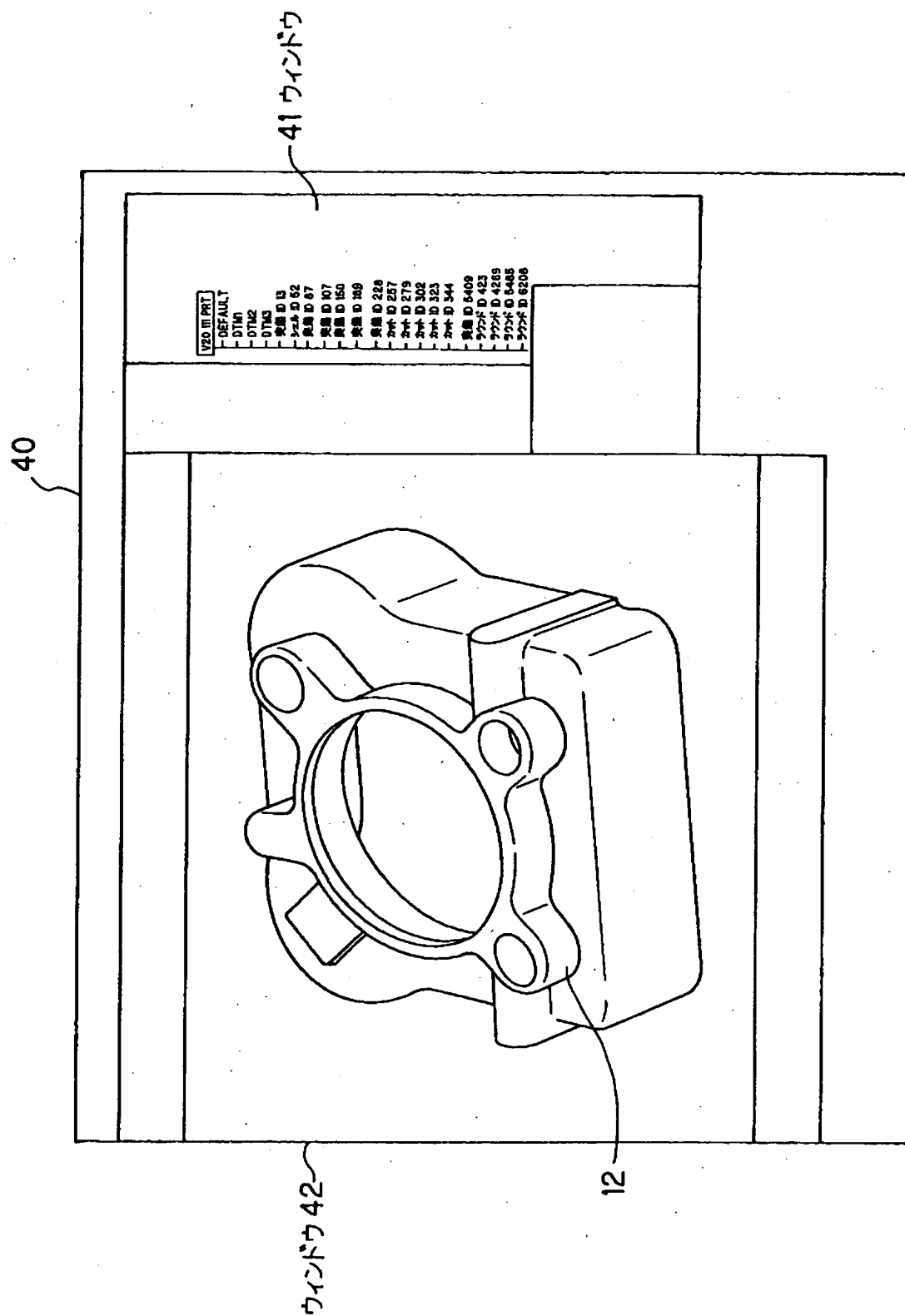
4 5 a、4 5 b 文字情報

【書類名】 図面

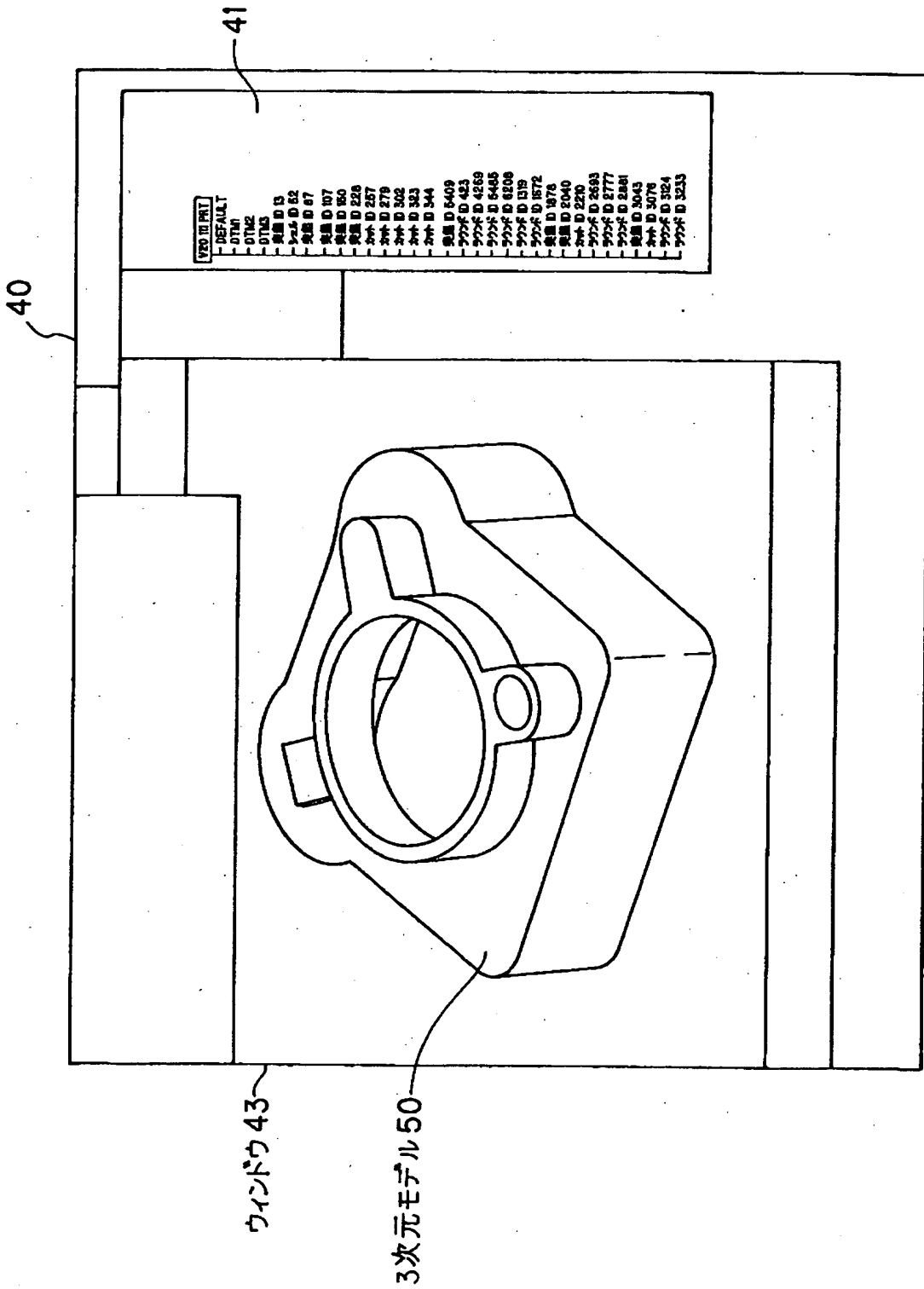
【図1】



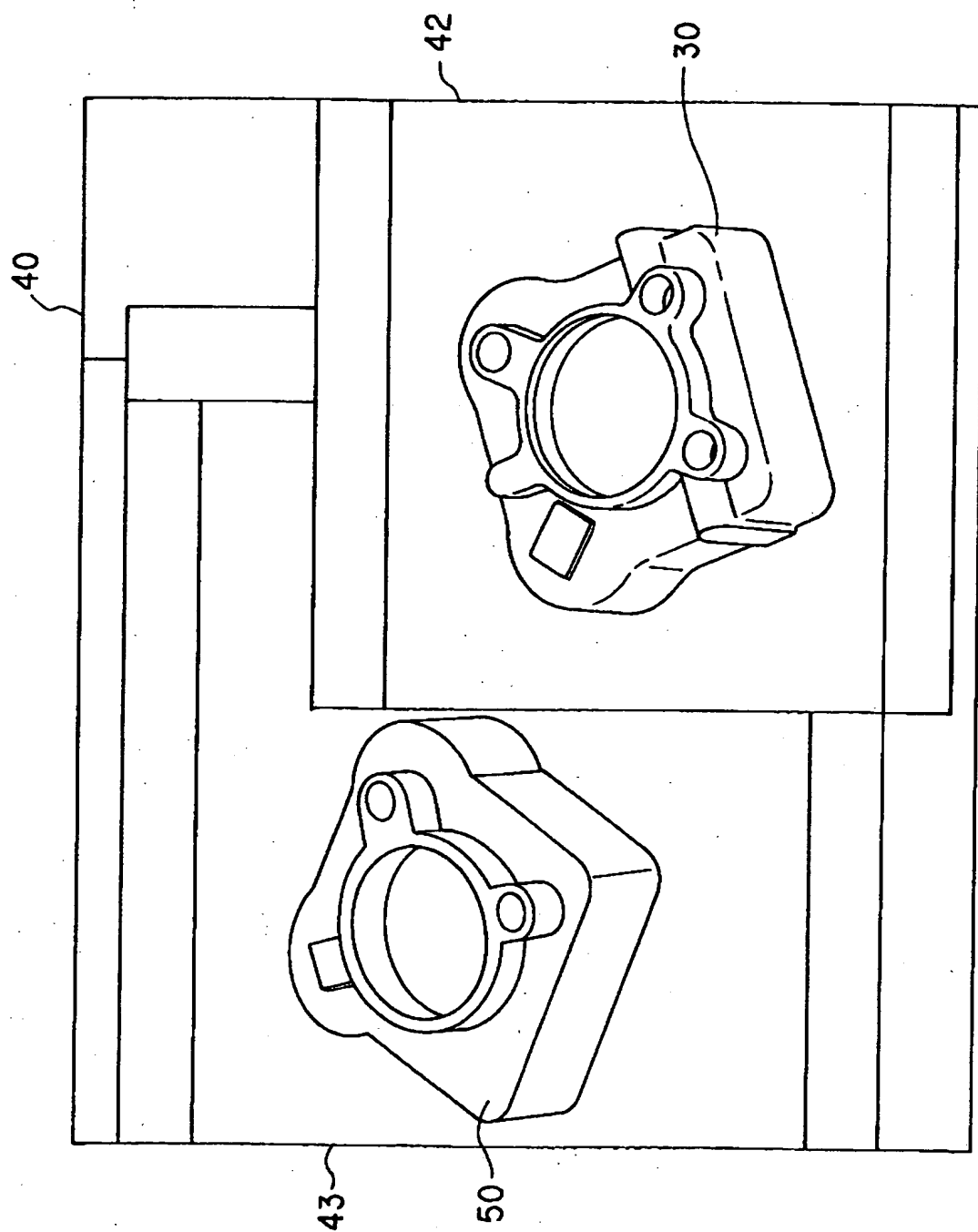
【図 2】



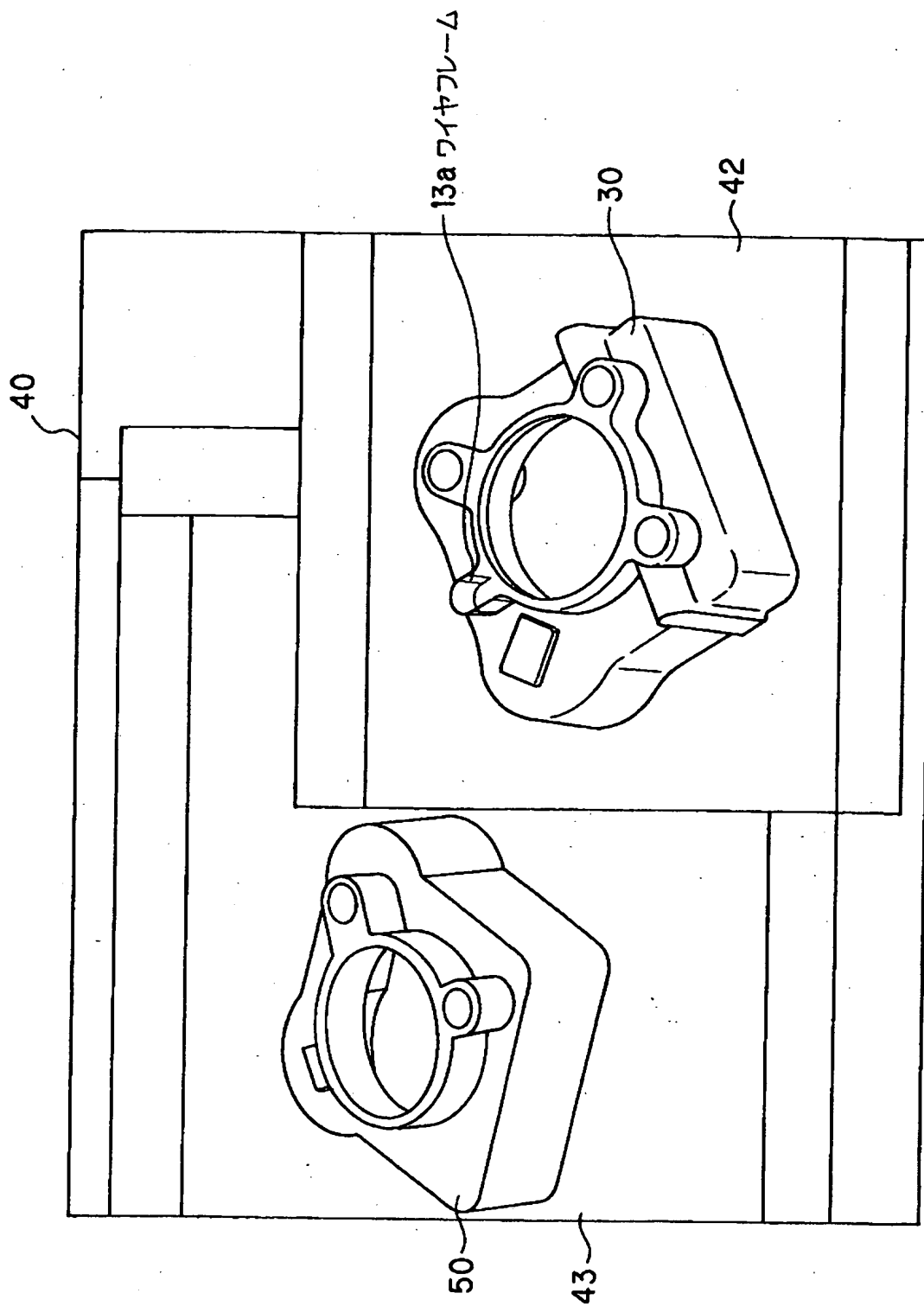
【図 3】



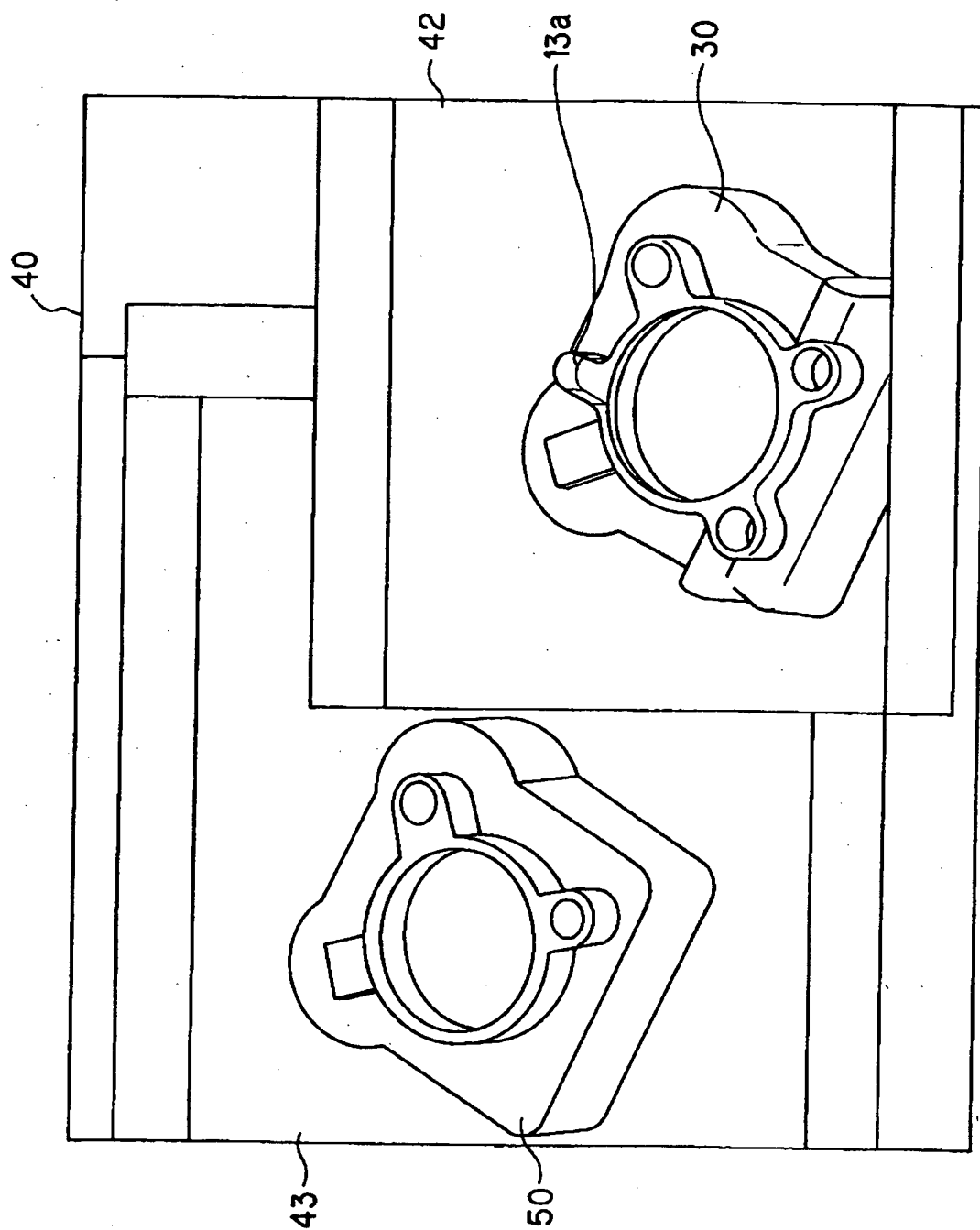
【図 4】



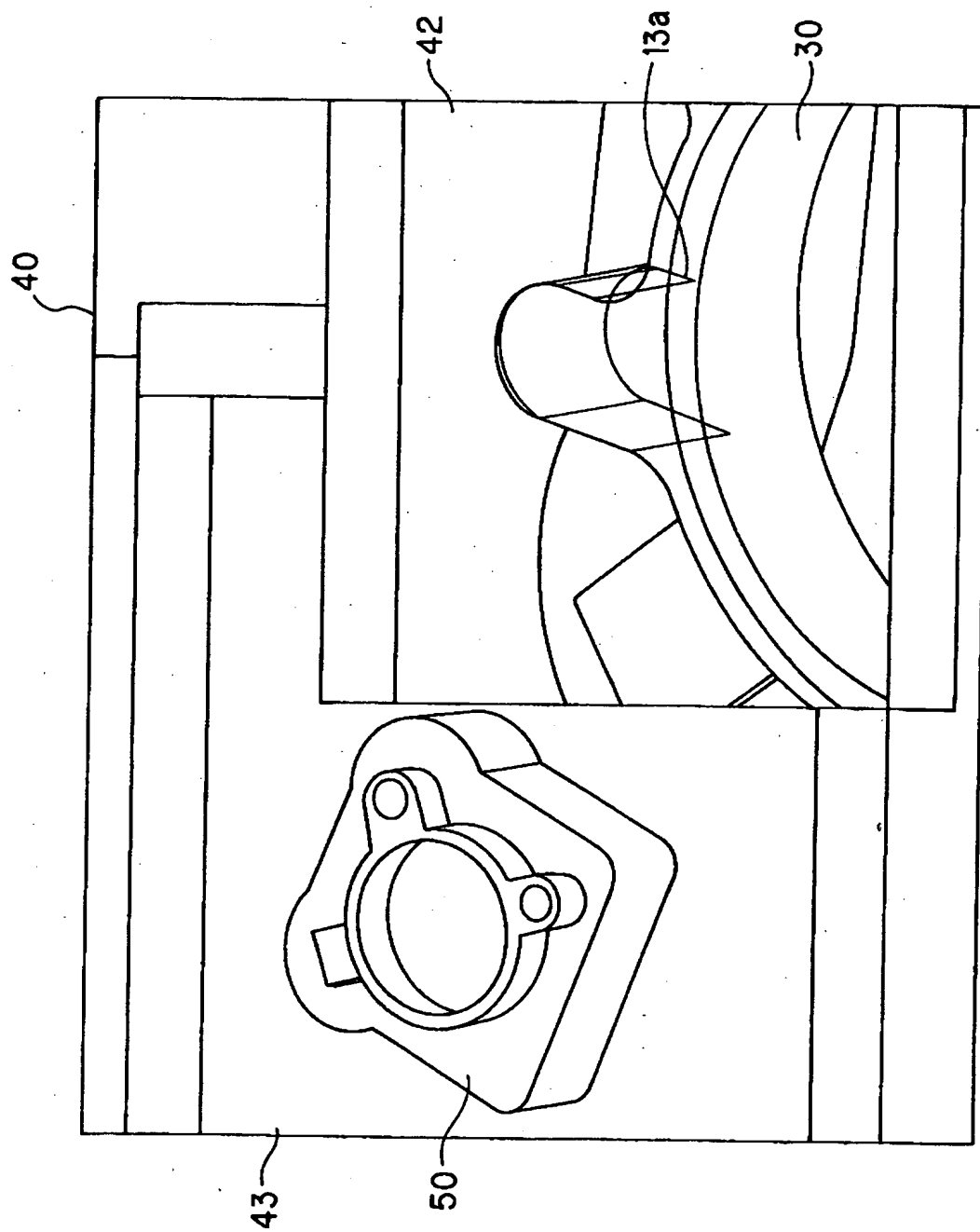
【図5】



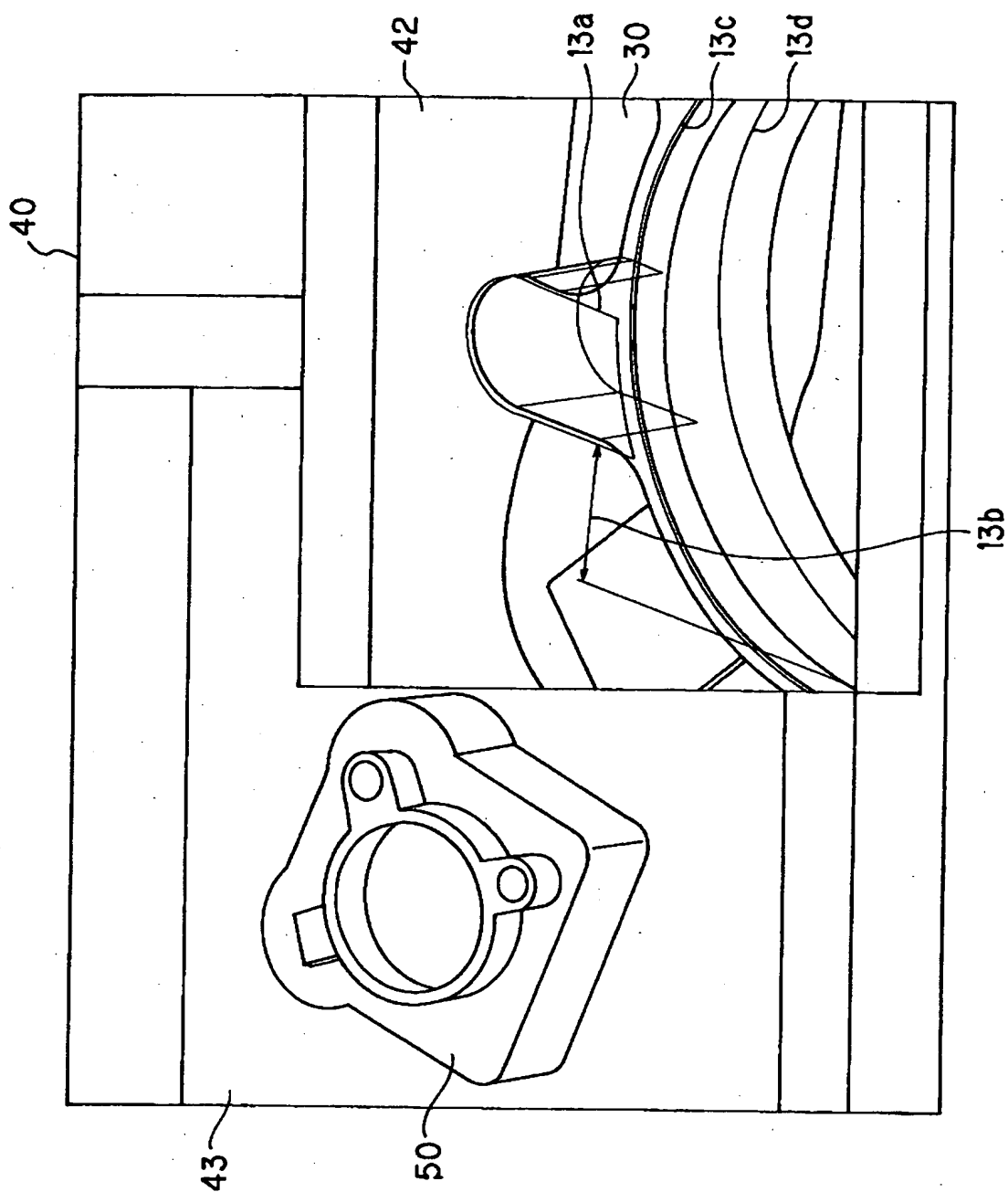
【図 6】



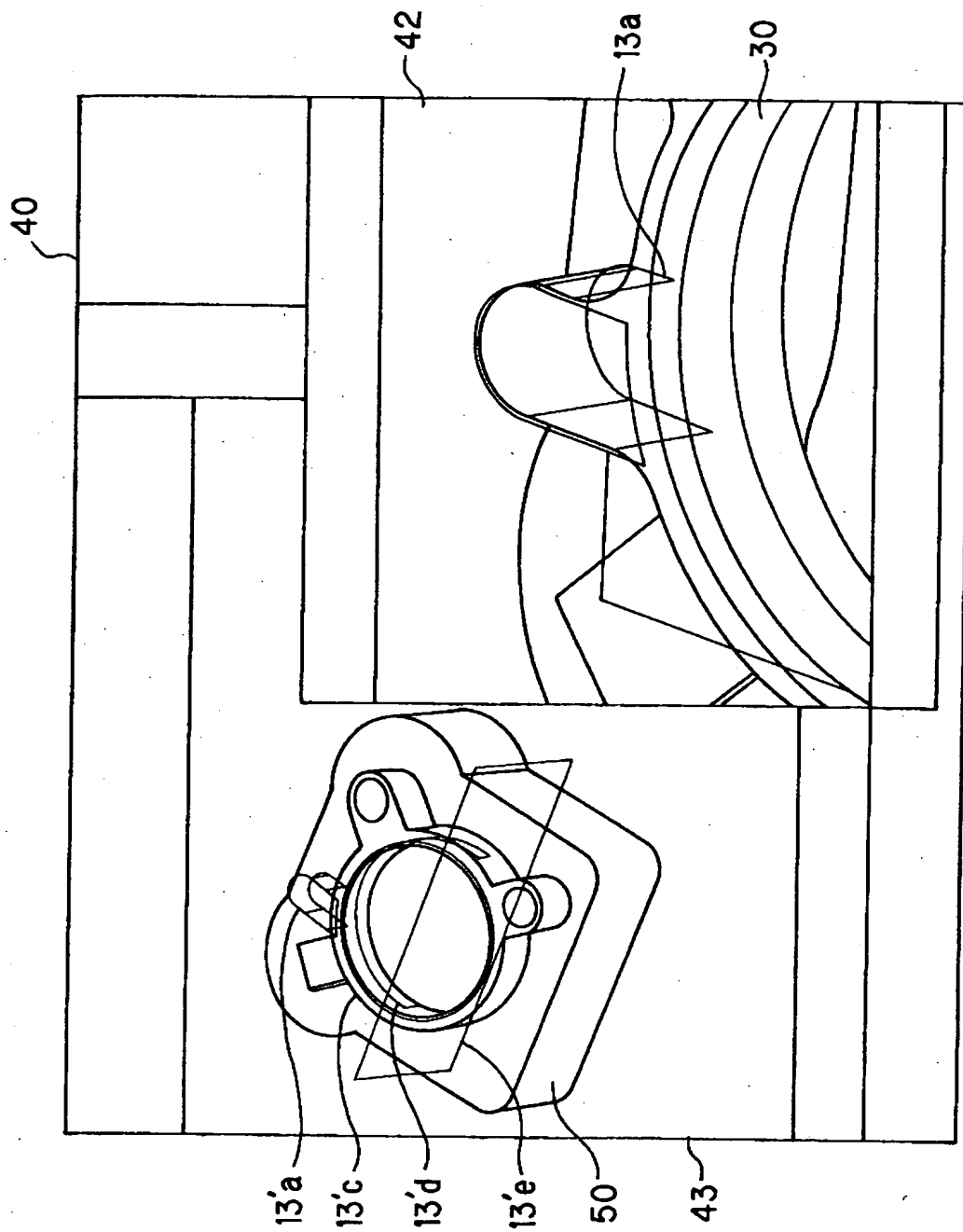
【図7】



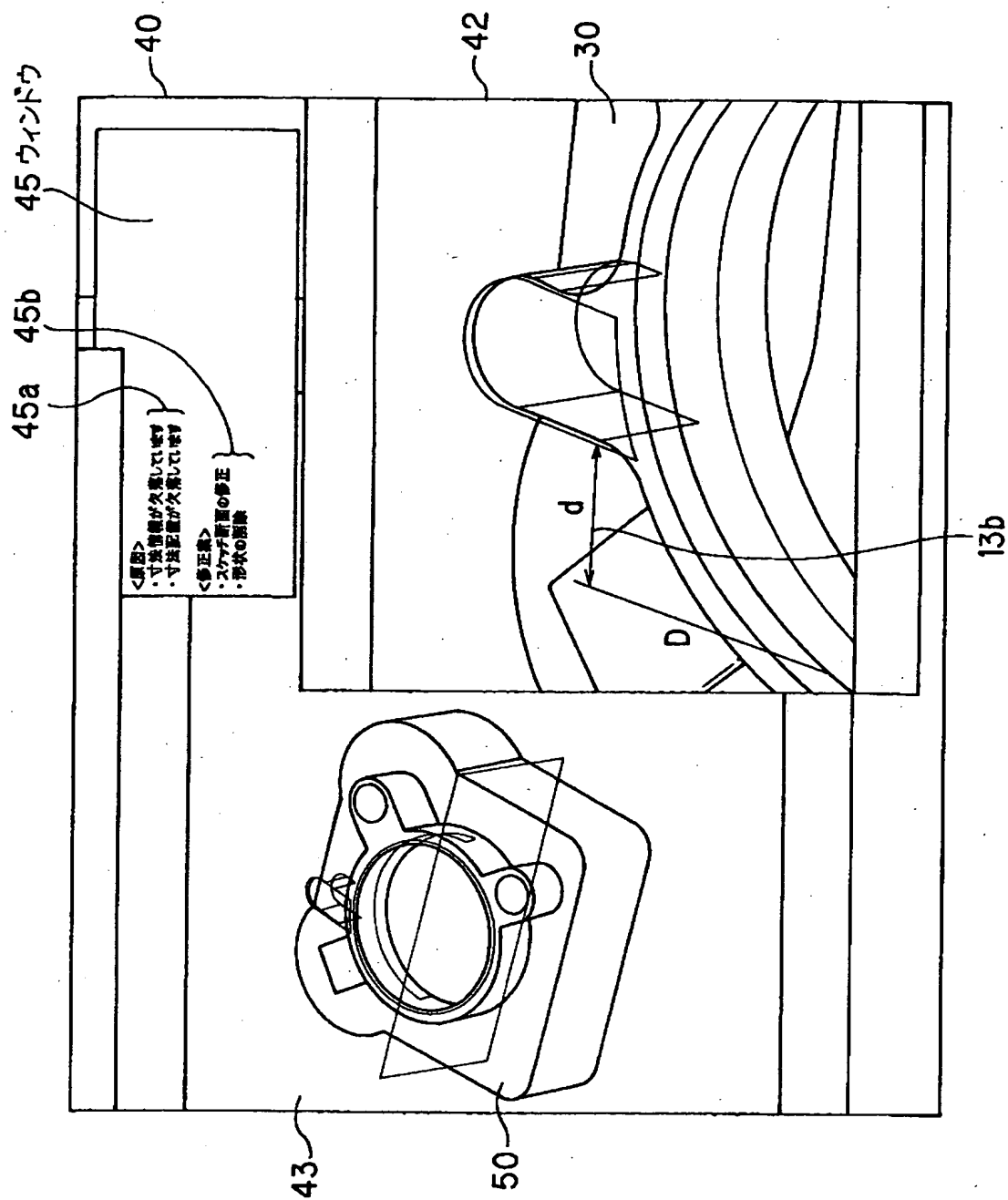
【図 8】



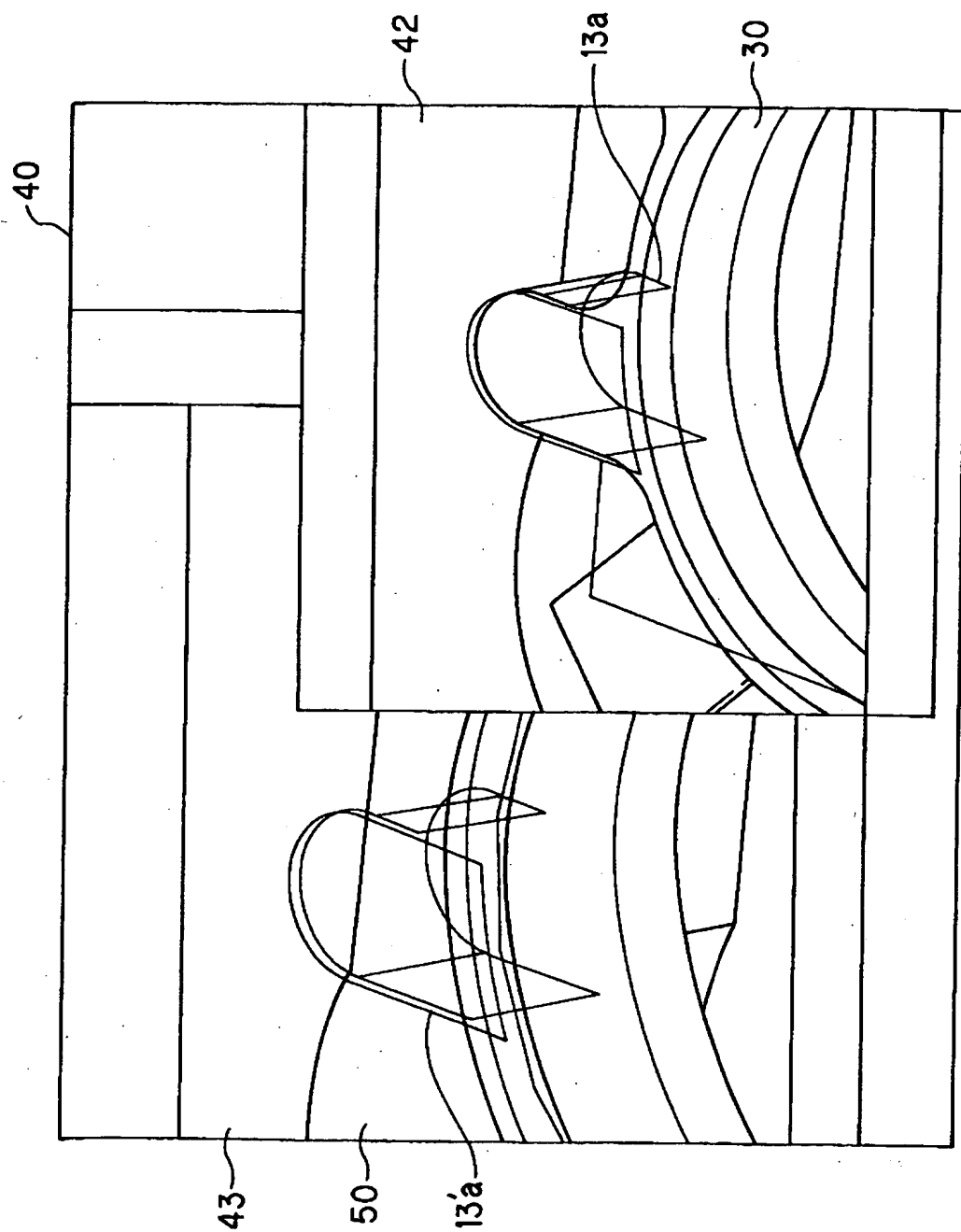
【図 9】



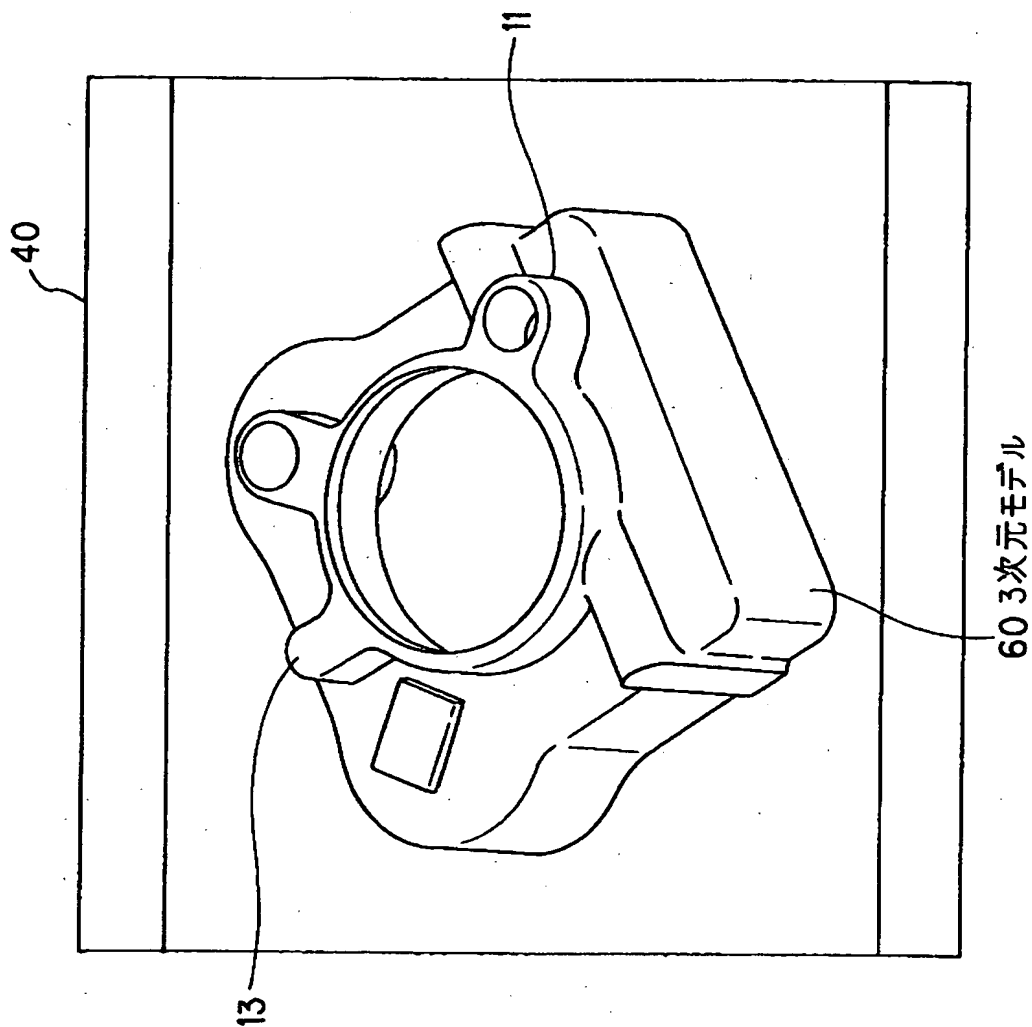
【図 10】



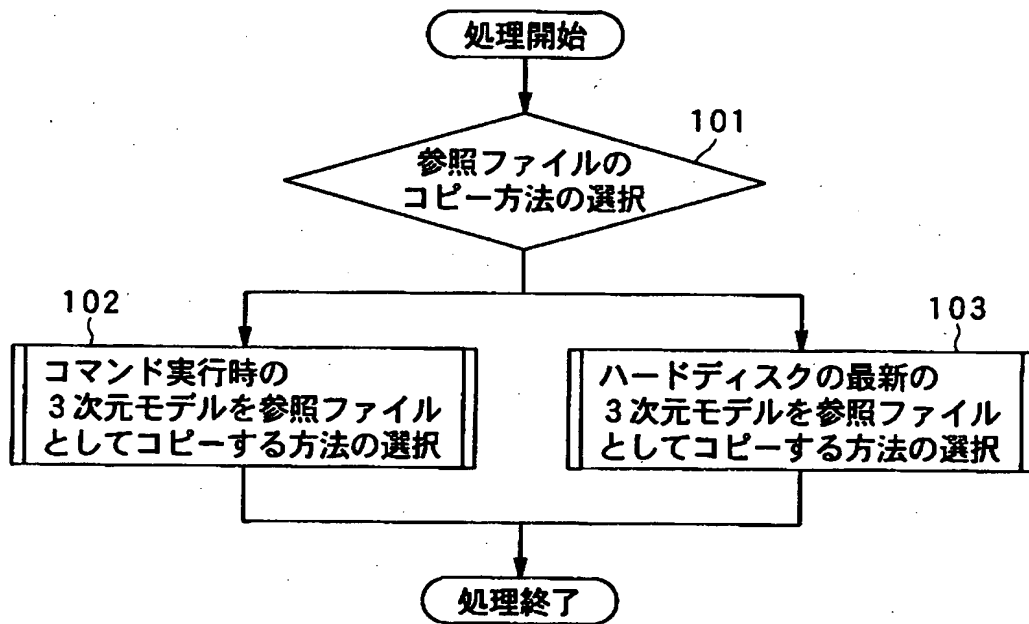
【図 11】



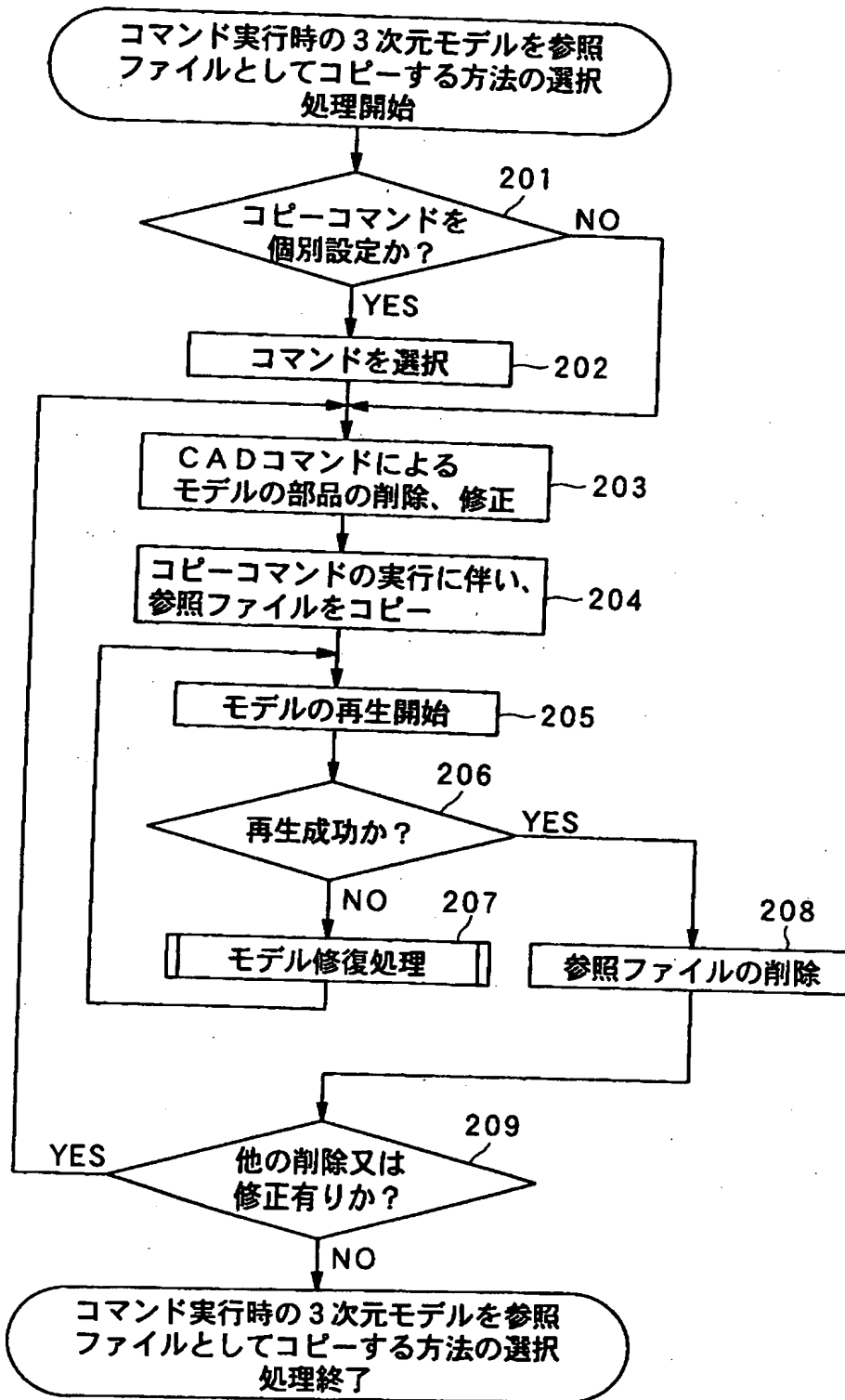
【図 12】



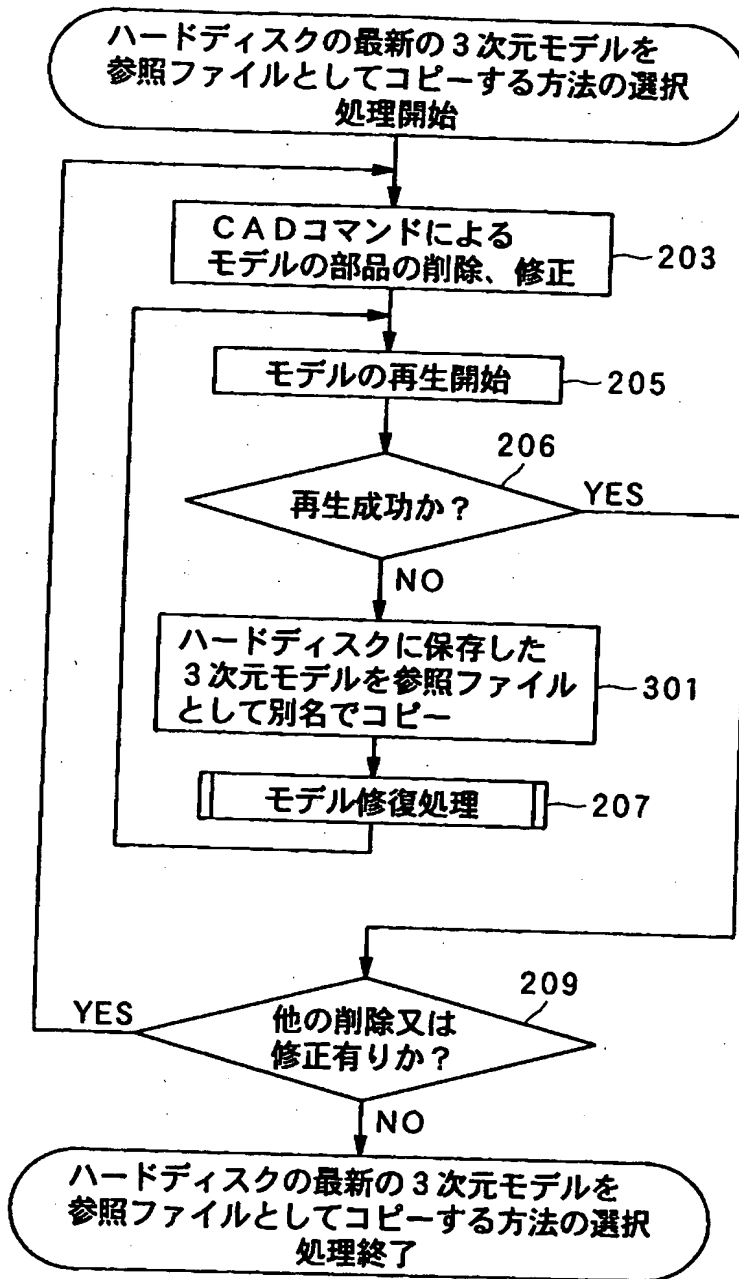
【図 1 3】



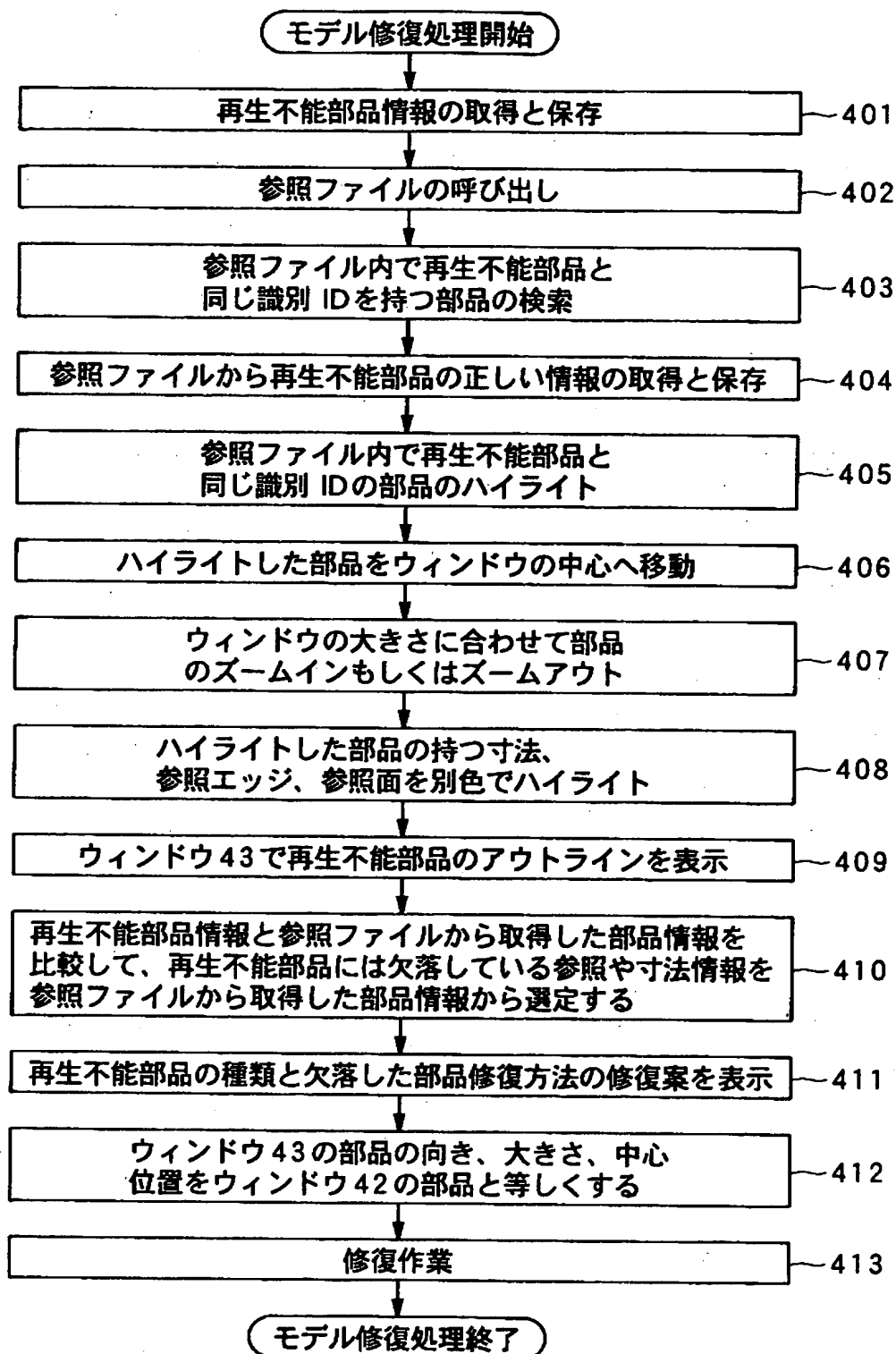
【図 14】



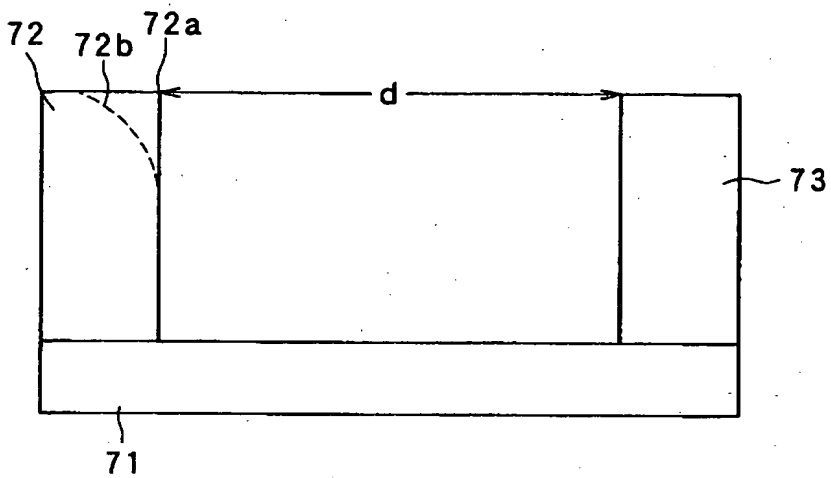
【図 15】



【図 16】



【図 1 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

再生不能の原因を画面上に提示することによって、熟練者でなくとも 3 次元モデルを作成し直す作業を短時間で終了させるようにし、作業効率を向上させること。

【解決手段】

再生不能となった 3 次元モデル 5 0 をウィンドウ 4 3 に表示するとともに、部品が削除または修正される前の 3 次元モデル 3 0 をウィンドウ 4 2 に表示する。さらに直前 3 次元モデル 3 0 の構成部品のうち再生不能となった部品 1 3 の形状データ及び参照データと、再生不能 3 次元モデル 5 0 のデータ中の該当部品 1 3 の形状データおよび参照データとの差分をとり、再生不能となった部品 1 3 の形状および参照データで欠落しているデータを抽出する。そしてこの抽出したデータを、再生不能原因を示す文字情報 4 5 a としてウィンドウ 4 5 に表示する。

【選択図】 図 1 1

認定・付加情報

| | |
|---------|---------------|
| 特許出願の番号 | 特願2001-012231 |
| 受付番号 | 50100075109 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第七担当上席 0096 |
| 作成日 | 平成13年 1月26日 |

<認定情報・付加情報>

| | |
|----------|--------------------------------------|
| 【提出日】 | 平成13年 1月19日 |
| 【特許出願人】 | |
| 【識別番号】 | 000001236 |
| 【住所又は居所】 | 東京都港区赤坂二丁目3番6号 |
| 【氏名又は名称】 | 株式会社小松製作所 |
| 【代理人】 | 申請人 |
| 【識別番号】 | 100071054 |
| 【住所又は居所】 | 東京都中央区湊1丁目8番11号 千代ビル6階 木村内外国特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 木村 高久 |
| 【代理人】 | |
| 【識別番号】 | 100106068 |
| 【住所又は居所】 | 東京都中央区湊1丁目8番11号 千代ビル6階 木村内外国特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 小幡 義之 |

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001236]

| | |
|----------|----------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月29日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都港区赤坂二丁目3番6号 |
| 氏 名 | 株式会社小松製作所 |